

23146



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 198 00 440 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 23 C 5/24  
B 23 B 27/16  
B 27 G 13/00

21 Aktenzeichen: 198 00 440.0  
22 Anmeldetag: 8. 1. 98  
43 Offenlegungstag: 15. 7. 99

DE 198 00 440 A 1

71 Anmelder:  
Hartmetallwerkzeugfabrik Andreas Maier GmbH,  
88477 Schwendi, DE

74 Vertreter:  
B. König und Kollegen, 80469 München

72 Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

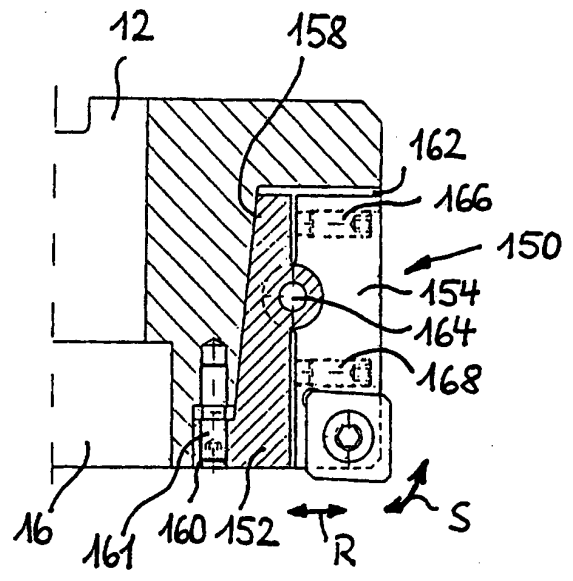
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

- DE 44 36 779 C2
- DE 44 36 779 C2
- DE 40 03 862 C2
- DE 44 30 197 A1
- DE 41 36 353 A1
- DE 37 36 246 A1
- DE 35 30 745 A1
- DE 296 06 165 U1
- DE-GM 76 21 895
- EP 01 26 432 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Messerkopf mit ein- bis dreidimensional verstellbarem Schneideinsatz und mit formschlüssig aufgenommenem Schneideinsatz

57 Die Erfindung betrifft einen Messerkopf mit einem Grundkörper (10) und mindestens einem Schneideinsatz (150), der im Grundkörper mittels eines Klemmelements klemmbefestigt und in seiner Lage verstellbar ist. Der Schneideinsatz (150) erstreckt sich in einer Ausnehmung des Grundkörpers (10). Zur Verstellung des Schneideinsatzes sind mit diesem in Eingriff befindliche Verstellmittel (152, 160; 164 bis 168) vorgesehen. Der Schneideinsatz ist für eine Verstellung drehpunktgelagert. Durch das Vorsehen einer Verstellmöglichkeit durch Verschwenken der Schneideinsätze können die Schneideinsätze (150) sehr genau positioniert werden. Diese Verstellung kann insbesondere als dritte Verstelldimension zusätzlich zur üblichen Verstellung in der axialen und radialen Richtung (Pfeile A und R) durchgeführt werden und so kann der Schneideinsatz mit höchster Genauigkeit justiert werden.



DE 198 00 440 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Messerkopf mit einem Grundkörper und mindestens einem Schneideinsatz, der im Grundkörper mittels eines Klemmelements klemmbefestigt und in seiner Lage verstellbar ist, wobei sich der Schneideinsatz in einer Ausnehmung des Grundkörpers erstreckt und zur Verstellung des Schneideinsatzes in Eingriff befindliche Verstellmittel vorgesehen sind. Ferner betrifft die Erfindung einen Messerkopf mit einem Grundkörper und Schneideinsätzen, die im Grundkörper jeweils in Ausnehmungen verstellbar und mittels eines in einer Ausnehmung angeordneten Klemmelements klemmbefestigt sind.

Derartige Messerköpfe werden insbesondere zum Fräsen mit hohen Drehzahlen eingesetzt und erfahren entsprechend hohe Beanspruchungen. Wichtig ist insbesondere, daß die Schneideinsätze ihre Lage beibehalten, um einerseits die Bearbeitungsgenauigkeit aufrechtzuerhalten und andererseits jegliche Unfallgefahr zu vermeiden.

Bei einem aus der DE 40 03 862 C2 bekannten Messerkopf sind die Schneideinsätze in Ausnehmungen des Grundkörpers angeordnet und in axialer und radialer Richtung verstellbar. Mit Hilfe von Rundkeilen sind die Schneideinsätze verspannbar. Der Grundkörper weist eine nicht dargestellte Kühlung auf. Die Achse der Rundkeile ist dabei jeweils windschief zur Achse der Schneideinsätze angeordnet, wobei die Rundkeile selbst wiederum in Ausnehmungen des Grundkörpers angeordnet sind. Die Anordnung ist dabei dergestalt, daß die Ausnehmungen von Schneideinsatz und Grundkörper miteinander verbunden sind und die Schneideinsätze durch die Rundkeile gegen einen Wandbereich des Grundkörpers verspannt und auf diese Weise in der Ausnehmung gehalten werden. Zur Erzielung eines guten Klemmkontakts ist der Rundkeil jeweils mit einer ebenen Klemmfläche versehen.

Bei einem anderen Messerkopf gemäß der DE 35 30 745 A1 weist der Grundkörper mehrere, im wesentlichen in radialer Richtung angeordnete, in einen Außenumfangsbereich sowie in einen Stirnflächenbereich mündende Nuten auf, in denen jeweils ein Schneideinsatz angeordnet ist, der mittels Verstelleinrichtungen in axialer und radialer Richtung verstellbar ist. Da die Nuten sowohl in den Stirnflächenbereich als auch in den Außenumfangsbereich des Grundkörpers münden, ist es möglich, Schneideinsätze mit unterschiedlichen Abmessungen zu verwenden. Zur Fixierung des Schneideinsatzes am Grundkörper ist eine Spanneinrichtung in Form einer Spannschraube vorgesehen.

Diesen und weiteren Messerköpfen gemeinsam ist, daß die Schneideinsätze radial und axial verstellbar sind. Dies ist für viele Anwendungsfälle ausreichend. Indessen kommt es häufig vor, daß eine weitergehende Justierbarkeit, d. h. eine dreidimensionale Verstellbarkeit des oder der Schneideinsätze erwünscht ist.

Weiter ist diesen und weiteren Messerköpfen gemeinsam das Vorhandensein einer offenen Ausnehmung, in der sich die Schneideinsätze befinden und mittels Klemmelementen klemmbefestigt sind. Es ergibt sich durch diese Umfangsausparung bzw. -ausfräsung ein kleinerer Kerndurchmesser des Grundkörpers als stabilitätsbestimmende Größe. Außerdem besteht wie erwähnt eine nicht auszuschließende Restwahrscheinlichkeit, daß sich die in der offenen Aussparung befindlichen Schneideinsätze und Klemmelemente bei den eingesetzten hohen Drehzahlen doch lösen und zu Unfällen führen können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Messerkopf zu schaffen, der einen Einsatz bei hohen Drehzahlen und eine höchstgenaue Verstellbarkeit der Schneideinsätze ermöglicht.

Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß bei einem Messerkopf mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Messerkopfes sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ein erfindungsgemäßer Messerkopf umfaßt somit einen Grundkörper und mindestens einem Schneideinsatz, der im Grundkörper mittels eines Klemmelements klemmbefestigt und in seiner Lage verstellbar ist. Der Schneideinsatz erstreckt sich in einer Ausnehmung des Grundkörpers. Zur Verstellung des Schneideinsatzes sind mit diesem in Eingriff befindliche Verstellmittel vorgesehen. Der Schneideinsatz ist für eine Verstellung drehpunktgelagert.

Durch das Vorsehen einer Verstellmöglichkeit durch Verschwenken der Schneideinsätze können die Schneideinsätze sehr genau positioniert werden. Diese Verstellung kann insbesondere als dritte Verstelldimension zusätzlich zur üblichen Verstellung in der axialen und radialen Richtung durchgeführt werden und so kann der Schneideinsatz mit höchster Genauigkeit justiert werden.

Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel ist der Schneideinsatz auf einem Einstellteil gelagert, wobei der Schneideinsatz oder das Einstellteil zur Bildung eines Drehpunktes eine vorstehende Wölbung aufweist, und der Schneideinsatz weist zwei Einstellschrauben in Eingriff mit dem Einstellteil auf. Durch die beidseits des durch die Wölbung definierten Drehpunktes angeordnete Einstellschrauben kann eine zuverlässige Zwei-Punkt-Verstellung bzw. Verschwenkung des Schneideinsatzes herbeigeführt werden, die allerdings maximal 1 mm Hub bewirkt, also eine Feinverstellung darstellt.

Vorteilhaft kann für die Klemmelemente ebenfalls eine Aufnahme vorgesehen sein, in der die Klemmelemente jeweils verschiebbar angeordnet sind. Auf diese Weise sind auch die Klemmelemente sicher im Grundkörper gehalten und es kommt im wesentlichen nur zur Beaufschlagung der Klemmkraft gegen die Schneideinsätze. Die Klemmelemente können formschlüssig in ihren Aufnahmen aufgenommen sein.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit besonders guten Verstelleigenschaften umfaßt der Schneideinsatz einen drehbaren, die Schneide tragenden Schneidplattenträger.

Vorteilhaft kann der Schneideinsatz auf der mit dem Klemmelement in Eingriff tretenden Seite mit einer Schräge versehen sein. Diese ermöglicht eine große Kontaktfläche.

Vorzugsweise ist auch das Klemmelement auf der mit dem Schneideinsatz in Eingriff tretenden Seite mit einer Schräge versehen. Durch die Abschrägung kann eine Verkeilung von Schneideinsatz und Klemmelement herbeigeführt werden derart, daß sich aufgrund einer solchen formschlüssigen Verbindung das Klemmelement nicht mehr lösen kann. Somit kann sicher verhindert werden, daß es aufgrund dieser Verriegelungswirkung zu keinerlei sich lösenden Teilen mehr kommen kann.

Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Messerkopfes ist als Verstellmittel für den Schneideinsatz ein Formglied vorgesehen, das mit einer komplementären Ausnehmung des Schneideinsatzes in Formzwangseingriff derart, daß eine Bewegung des Verstellmittels eine Bewegung des Schneideinsatzes in derselben Richtung herbeiführt. Durch diese Ausgestaltung ergibt sich eine stufenlose Bewegung des Schneidmessers in beiden Richtungen. Diese Verstellung erfolgt spielfrei und ist in einem definierten Durchmesserbereich möglich. Durch die Form der Ausnehmung, beispielsweise eine sich in Längsrichtung des Schneideinsatzes erstreckende Nut, kann eine Anpassung an die Form des Kopfes des Verstellmittels erzielt werden. Als Formen kommen beispielsweise Kugel, Ellipse, Rechteck,

Trapez und viele mehr in Betracht. Es muß nur ein sicherer Betätigungseingriff sichergestellt werden.

Bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Messerkopfes steht ein in radialer Richtung sich erstreckender, im Grundkörper befestigter Sicherungskeil mit dem in bezug auf die Vorderseite des Messerkopfes hinteren Ende des Schneideinsatzes in Eingriff, und zwar bevorzugt mit einer am Schneideinsatz vorgesehenen Nase. Dieser Sicherungskeil hat die Aufgabe, den Schneideinsatz gegen die Aufnahme von Axialkräften und damit gegen Verschiebung zu sichern. Zur Gewährleistung einer guten Drehbarkeit ist die Nase mit gewölbter Kontur ausgeführt.

Des weiteren kann im Grundkörper eine Ausnehmung für einen Eingriff mit dem in bezug auf die Messerkopfspitze hinteren Ende des Schneideinsatzes mit einer Form vorgesehen sein, die in ihrer Kontur der Form des Endes des Schneideinsatzes entspricht. Durch diesen Formschluß kommt es zu einer Konturanlage zwischen Schneideinsatz und Grundkörper, die eine sichere und stabile Aufnahme der axialen Schnittdrücke ermöglicht.

Bei dem erfindungsgemäßen Messerkopf kann als Verstellmittel für den Schneideinsatz in radialer und/oder axialer Richtung ein mit Formschluß gelagerter Verstellkeil vorgesehen sein.

Ferner kann als Verstellmittel für den Schneideinsatz in radialer und/oder axialer Richtung eine Verstellschraube vorgesehen sein.

Zweckmäßig ist die Verstellschraube eine Differentialschraube, die mit dem Schneideinsatz in Gewindeeingriff steht. Ein Vorteil der Ausgestaltung des Verstellglieds als Differentialschraube ergibt sich dadurch, daß sie eine raumsparende Ausgestaltung ermöglicht, denn anders als bei herkömmlichen Stellschrauben ist keine Durchgangsbohrung im Grundkörper des Messerkopfes erforderlich. Vielmehr kann eine Verstellung der Differentialschraube von der Schneidenseite her erfolgen. Dies bietet mehr Raum für die Schneide und weitere Teile des Messerkopfes. Außerdem ist die Anordnung sehr kompakt.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel für die Klemmbefestigung des Schneideinsatzes ist ein Spannkeil oder -winkelstück oder eine Pratte vorgesehen. Zu deren Befestigung kann ferner beispielsweise eine normale Spannschraube, aber auch eine Differentialschraube verwendet werden.

Der Schneideinsatz kann vorteilhaft eine sich in Längsrichtung des Schneideinsatzes erstreckende Kassette in Blockform mit Gewindekomplementärer Ausnehmung für einen Eingriff mit dem Verstellmittel sein. Die Kassette ist üblicherweise aus Stahl und das Schneidmesser kann durch eine Lötverbindung oder Formschluß mit der Kassette verbunden sein.

Der Schneideinsatz kann eine auf einen Träger aufgelötete Schneide, eine formschlüssig gelagerte Schneide oder auch eine mit einem Träger verschraubte Wendeplatte aufweisen. Geeignete Materialien für die Schneide und/oder Wendeplatte sind Hartmetall, Cermet, Keramik, CBN, polykristalliner, Natur- und synthetischem Diamant als Dünn- und Dickfilm.

Zweckmäßig ist eine Kühlmittelzufuhr im Grundkörper und/oder zum Schneideinsatz vorgesehen.

Eine Ausführung des Messerkopfes gemäß Anspruch 18 erlaubt insbesondere einen Einsatz bei hohen Drehzahlen. Dieser Messerkopf umfaßt somit einen Grundkörper und Schneideinsätze, die im Grundkörper jeweils in Ausnehmungen verstellbar und mittels eines in einer Ausnehmung angeordneten Klemmelements klemmbefestigt sind. Der Schneideinsatz sitzt formschlüssig in einer Aufnahme und ist mittels des Klemmelements in seiner Lage fixiert.

Durch das Vorsehen einer Aufnahme mit Formschluß ist es erfindungsgemäß ermöglicht, den jeweiligen Schneideinsatz nicht nur über einen Teil seiner Außenfläche, sondern im wesentlichen vollständig im Grundkörper zu halten, so daß es nicht erforderlich ist, am Umfang des Grundkörpers einen größeren offenen Bereich für die Ausnehmungen von Schneideinsätzen und Klemmelementen vorzusehen. Auf die Weise kommt es nicht zu einer Schwächung des Grundkörpers, sondern vielmehr geht sein gesamter Durchmesser in die Stabilität des Messerkopfes mit ein. Dies ist angesichts der schnell rotierenden Teile bei den hohen Drehzahlen außerordentlich wichtig. Die formschlüssige Aufnahme der Schneideinsätze bewirkt außerdem einen außerordentlich sicheren Sitz der Schneideinsätze, der nun nicht mehr fast ausschließlich durch die Klemmbefestigung bestimmt ist. Mittels der Klemmelemente erfolgt lediglich die Lagefixierung der Schneideinsätze, nicht mehr jedoch ihre vollständige Halterung.

Zur radialen Verstellung der Schneideinsätze kann jeweils eine formschlüssig gelagerte Exzenterbüchse vorgesehen sein, in der der betreffende Schneideinsatz sitzt. D. h. die Mittenachse des Büchsenaußendurchmessers ist von der des Innendurchmessers verschieden, wobei die Differenz des Mittenversatzes den Verstellweg ergibt. Eine Drehung der Exzenterbüchse resultiert damit in einer Verschiebung des Schneideinsatzes radial einwärts oder auswärts. Das Klemmelement fixiert die Lage des Schneideinsatzes.

Alternativ kann eine Verstellung der Schneideinsätze mittels Keil oder Schraube vorgesehen sein.

Vorteilhaft ist erfindungsgemäß für die Klemmelemente ebenfalls eine Aufnahme vorgesehen, in der die Klemmelemente jeweils verschiebbar angeordnet sind. Auf diese Weise sind auch die Klemmelemente sicher im Grundkörper gehalten und es kommt im wesentlichen nur zur Beaufschlagung der Klemmkraft gegen die Schneideinsätze. Auch die Klemmelemente können formschlüssig in ihren Aufnahmen aufgenommen sein.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Aufnahme für das Klemmelement so angeordnet, daß sie die Aufnahme des Schneideinsatzes kreuzt. Dies führt einerseits zu einer geringstmöglichen Schwächung des Grundkörpers dadurch, daß die verbundenen Aufnahmeräume zusammen lediglich eine kleine gemeinsame Ausnehmung bzw. Aussparung im Grundkörper bilden, d. h. einen minimalen Hohlraum in diesem. Andererseits bewirkt eine derartige Ausführung, daß die Eingriffsrichtungen von Klemmkraften und Montagekräften im wesentlichen im großen Winkel zu den Verstellkräften für die Schneideinsätze im Grundkörper wirken. Ferner ist es durchaus möglich, auch eine parallel oder quasi parallel verlaufende Aufnahme für das Klemmelement vorzusehen, wobei jedoch nur ein geringer Durchführungsbereich für den Klemmeingriff eine Verbindung zwischen diesen beiden Aufnahmen bildet.

Vorteilhaft ist der Schneideinsatz auf der mit dem Klemmelement in Eingriff tretenden Seite mit einer Schräge versehen. Diese ermöglicht eine große Kontaktfläche. Als zweckmäßig hat sich ein Schrägenwinkel von etwa 10° herausgestellt. Es können jedoch auch andere Winkel gewählt werden.

Vorzugsweise ist auch das Klemmelement auf der mit dem Schneideinsatz in Eingriff tretenden Seite mit einer Schräge versehen, die zweckmäßig einen kleineren Winkel als der Schrägenwinkel des Schneideinsatzes hat. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Differenz der Schrägenwinkel etwa 2°. Durch diese wechselseitige Abschrägung kann eine Verkeilung von Schneideinsatz und Klemmelement herbeigeführt werden derart, daß sich aufgrund einer solchen formschlüssigen Verbindung das

Klemmelement nicht mehr lösen kann. Somit kann sicher verhindert werden, daß es aufgrund dieser Verriegelungswirkung zu keinerlei sich lösenden Teilen mehr kommen kann.

Das Merkmal der Ausstattung des Schneideinsatzes und/oder Klemmelements mit einer Schräge soll die Ausführung mit Exzenterbüchse mit umfassen. D. h. in diesem Fall kann dann die den Schneideinsatz umfassende Exzenterbüchse mit einer Schräge versehen sein und das Klemmelement mit der Exzenterbüchse in Eingriff stehen.

Zur Verstellung des Schneideinsatzes kann beispielsweise eine Differentialschraube vorgesehen sein, wobei der Schneideinsatz eine auf einen Träger gelötete Schneide oder auch eine mit einem Träger verschraubte Wendeplatte aufweisen kann. Andere Ausführungen sind möglich. Zweckmäßig besteht die Schneide- und/oder Wendeplatte aus Hartmetall, Cermet, Keramik, CBN, polykristallinem, Natur- und synthetischem Diamant als Dünn- und Dickfilm.

Eine zweckmäßige Ausführung des Schneideinsatzes kann L-förmig sein, wobei sich die Schneide im vorderen Bereich des kurzen Schenkels befindet, während sich die Schräge am langen Schenkel befindet.

Zur Erzielung einer weiteren Verstelldimension der Schneideinsätze zusätzlich zur axialen und radialen Richtung kann der Schneideinsatz einen drehbaren, die Schneide tragenden Schneidplattenträger umfassen. Durch zweckmäßig beidseits des Drehpunktes angeordnete Einstellschrauben kann eine zuverlässige Zwei-Punkt-Verstellung bzw. Verschwenkung des Schneidteils herbeigeführt werden.

Im Grundkörper ist zweckmäßig eine Kühlung vorgesehen.

Die Erfindung wird im folgenden weiter anhand von Ausführungsbeispielen und der Zeichnung beschrieben. Diese Darstellung dient lediglich zur Erläuterung der Erfindung und soll im einzelnen, ebenso wie die Zusammenfassung der Merkmale der Unteransprüche, nicht zur Einschränkung der Erfindung herangezogen werden. In der Zeichnung zeigen:

**Fig. 1** eine seitliche Teilschnittansicht eines Grundkörpers eines Messerkopfes gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit durch Schwenken verstellbaren Schneideinsätzen, von denen einer gezeigt ist,

**Fig. 2** eine Draufsicht des Grundkörpers von **Fig. 1**, zum Teil im Schnitt,

**Fig. 3** eine seitliche Teilschnittansicht eines Grundkörpers eines Messerkopfes gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit durch Schwenken verstellbaren Schneideinsätzen, von denen einer gezeigt ist,

**Fig. 4** eine Draufsicht des Grundkörpers von **Fig. 3**, zum Teil im Schnitt,

**Fig. 5** eine Seitenansicht eines Messerkopfes mit Aufnahme,

**Fig. 6** eine seitliche Teilschnittansicht eines Grundkörpers eines Messerkopfes gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit durch Schwenken verstellbaren Schneideinsätzen, von denen einer gezeigt ist,

**Fig. 7** eine Draufsicht des Grundkörpers von **Fig. 6**,

**Fig. 8** eine vergrößerte Darstellung einer seitlichen Teilschnittansicht ähnlich **Fig. 6** eines Grundkörpers eines Messerkopfes gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit durch Schwenken verstellbaren Schneideinsätzen, von denen einer gezeigt ist,

**Fig. 9** eine Ansicht eines Schneideinsatzes des vierten Ausführungsbeispiels ähnlich wie in **Fig. 5**,

**Fig. 10** eine Seitenansicht des Schneideinsatzes von **Fig. 8**,

**Fig. 11** eine seitliche Teilschnittansicht eines Grundkörpers eines Messerkopfes gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung mit drehbarem Schneideinsatz,

**Fig. 12** eine seitliche Teilschnittansicht des Schneideinsatzes von **Fig. 11**,

**Fig. 13** eine vergrößerte Ansicht des Schneideinsatzes von **Fig. 11**,

**Fig. 14** eine Seitenansicht eines Grundkörpers eines Messerkopfes gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

**Fig. 15** eine Draufsicht des Grundkörpers von **Fig. 14**,

**Fig. 16** eine Schnittansicht längs Linie A-A in **Fig. 15**,

**Fig. 17** eine Ansicht des Grundkörpers von **Fig. 14** von unten,

**Fig. 18** (a) bis (d) Ansichten eines Schneideinsatzes von oben (a), von der Seite, zum Teil fortgebrochen (b), von der Seite (c) und im Schnitt (d),

**Fig. 19** (a) eine Seitenansicht und (b) eine Vorderansicht eines Spannkeils,

**Fig. 20** eine Seitenansicht des Messerkopfes von **Fig. 14** nach der Montage,

**Fig. 21** eine Draufsicht des Messerkopfes von **Fig. 20**,

**Fig. 22** eine Draufsicht einer Variante des Messerkopfes von **Fig. 21**,

**Fig. 23** eine Draufsicht ähnlich **Fig. 21**, die in einer ausgebrochenen Teilschnittansicht den Klemmeingriff von Schneideinsatz und Spannkeil zeigt,

**Fig. 24** (a) bis (d) Ansichten eines Schneideinsatzes von oben (a), von der Seite, zum Teil fortgebrochen (b), von der Seite (c) und im Schnitt (d),

**Fig. 25** eine Seitenansicht eines Messerkopfes gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Schneideinsatz gemäß **Fig. 24**,

**Fig. 26** und **27** eine Teilansicht und eine Teilschnittansicht eines weiteren Schneideinsatzes, der drehbar ist.

Es wird zunächst anhand von **Fig. 1** und **2** ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Messerkopfes beschrieben. Ein Grundkörper **10** aus beispielsweise Stahl und Aluminium weist eine zentrale Bohrung **12** und eine Schraubenaufnahme **16** für eine Befestigungsschraube auf. Eine nicht dargestellte durchgehende Bohrung dient zur Aufnahme eines Spannwerkzeuges.

Im Grundkörper **10** sitzen gleichmäßig über seinen Umfang verteilt formschlüssig in Aufnahmen aufgenommene Schneideinsätze **150**. An die Aufnahmen schließen sich Spannuten **151** an. Die Schneideinsätze **150** bestehen aus einem keilförmigen Einstellteil **152** und einem die Schneide tragenden Schneidteil **154**. Die Schneide ist im veranschaulichten Ausführungsbeispiel eine verschraubte Wendeplatte **156**. Das Einstellteil **152** weist eine in bezug auf die Grundkörperachse schräge verlaufende Anlagekante **158** zum Grundkörper **10** hin auf, von der sich ein Verstellansatz **160** mit Verstellerschraube **161** radial einwärts erstreckt. In axialer Richtung ist zwischen dem Einstellteil **152** und dem Grundkörper **10** ein Spalt **162** freigelassen. Der Schneideinsatz **150** kann durch axiale Verstellung des Einstellteils **152** parallel zu dessen Anlagekante **158** in der radialen und axialen Richtung verstellt werden. Ein als Sicherungskeil dienender Spannkeil **163** ist zur Gewährleistung einer radialen Spannung, d. h. zur Verspannung des Schneidteils **154** mit dem Einstellteil **152**, d. h. ist in Eingriff mit einer an diesem vorgesehenen Nase **153**, vorgesehen. Weiter zur Verspannung des Schneideinsatzes **150** dient ein Spannkeil **165** mit einer Verstellerschraube **167**, der in einer von der Spannute **151** aus sich verzweigenden Aufnahme **1650** sitzt. Außerdem ist das Schneidteil **154** durch eine vorstehende Wölbung zur Bildung eines Drehpunktes **164** drehbar in bezug auf das Einstellteil **152** gelagert. Für eine Verschwenkung des Schneidteils **154** weist dieses zwei Einstellschrauben **166**, **168** auf. Wie die Pfeile R und S veranschaulichen, können durch das Einstellteil **152**, **160** eine radiale Verstellung und durch die

Drehpunkt Lagerung 164, 166, 168 eine Schwenkverstellung erzielt werden.

Als nächstes wird mit Bezug auf Fig. 3a, 3b, 4 sowie 5 ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Messerkopfes 10 beschrieben. Soweit die Teile die gleichen wie beim vorhergehend erläuterten Ausführungsbeispiel sind, sind sie mit denselben Bezugszeichen bezeichnet und werden nicht erneut beschrieben. Dieser Messerkopf weist zusätzlich eine im Grundkörper 10 axial angeordnete Verstellerschraube 170 auf, die eine Verstellung des Schneideinsatzes in der axialen Richtung ermöglicht (Pfeil A). Mit dem vorderen Ende 172 steht die Verstellerschraube 170 mit einer Ausnehmung 174 im Schneidteil 154 in Eingriff. Außerdem ist der Schneideinsatz 150 in der radialen Richtung verstellbar (Pfeil R) und verschwenkbar (Pfeil S). Während die Wendeplatte 156 bei dem Beispiel von Fig. 3a wie im Fall des ersten Ausführungsbeispiels einen rechteckigen Querschnitt hat, ist dieser bei dem Beispiel von Fig. 3b rund. Fig. 5 zeigt in Form einer Seitenansicht eine Gesamtdarstellung eines Messerkopfes M mit Werkzeugaufnahme D.

Anhand von Fig. 6 wird nun ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Messerkopfes 10 beschrieben. Soweit die Teile die gleichen wie beim vorhergehend erläuterten Ausführungsbeispiel sind, sind sie mit denselben Bezugszeichen bezeichnet und werden nicht erneut beschrieben. Dieser Messerkopf weist statt der Verstellerschraube 170, des zweiten Ausführungsbeispiels einen im Grundkörper 10 radial formschlüssig in einer Aufnahme angeordneten Verstellkeil 180 mit einer Verstellerschraube 181 auf, der eine Verstellung des Schneideinsatzes in der axialen Richtung ermöglicht (Pfeil A). Der Verstellkeil 181 befindet sich mit einer kleinen Auswölbung 182 des Schneideinsatzes 150 in Eingriff. Eine radiale Verstellung des Verstellkeils 180 hat eine axiale Verstellung des Schneideinsatzes 150 zur Folge. Eine radiale Verstellung (Pfeil R) ist über im folgenden noch mehr im einzelnen erläuterte Verstellmittel ermöglicht, wobei während des betreffenden Verstellvorgangs der Verstellkeil 180 dann gelöst und anschließend wieder fixiert wird. Zur Lagefixierung ist ferner eine in einer Aufnahme 195 gelagerte Schraube 194 vorgesehen.

Das in Fig. 6 und 7 gezeigte dritte Ausführungsbeispiel der Erfindung hat als Verstellmittel für den Schneideinsatz 150 statt eines Einstellteils 152 und Verstellansatzes 160 gewindeversehende Formglieder 190, deren Formteil 192 im Fall des Beispiels von Fig. 6a, 7a rechteckförmig ist. Bei dem alternativen Beispiel der Formglieder 190' von Fig. 6b, 7b ist das Formteil 192' keilförmig ausgebildet. Das Formteil 192 steht mit einer komplementären Ausnehmung 196 des Schneideinsatzes 150 in Formzwangseingriff. Durch eine Bewegung des Formglieds 190 wird eine Bewegung des Schneideinsatzes 150 in radialer Richtung herbeiführt. Ferner ist der Schneideinsatz 150 verschwenkbar (Pfeil S). Anders als bei den zuvor gezeigten Ausführungsbeispielen ist der Spannkeil 165' so ausgebildet, daß er in einer sich zur Spannnut 151 sich verjüngenden Aufnahme 1650' verliersicher sitzt, was insbesondere für Hochgeschwindigkeitsmesserköpfe sehr vorteilhaft ist.

Fig. 8, 9 und 10 zeigen in vergrößerter Darstellung ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung, das sich von dem dritten Ausführungsbeispiel in der Schneide unterscheidet, die hier eine aufgelötete Schneide 156' ist.

Fig. 11 bis 13 zeigen ein fünftes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Messerkopfes 10. Soweit die Teile die gleichen wie bei den vorhergehend erläuterten Ausführungsbeispielen sind, sind sie mit denselben Bezugszeichen bezeichnet und werden nicht erneut beschrieben. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die Verstellerschraube 168 lediglich angedeutet. Als Schneide ist wiederum eine Wende-

platte 156" vorgesehen.

Die Wendeplatte 156" ist mittels einer Schraube 200 in einem Wendeplattenträger 202 befestigt, der um einen etwa mit der Schraube 200 zusammenfallenden Drehpunkt drehbar ist. Entsprechend ist im Grundkörper 10 eine Lagerfläche 204 mit Kreisabschnittkontur vorgesehen. Der Schneidteil 154 weist am Drehpunkt einen Bund 201 auf. Dieser dient zur formschlüssigen Fixierung des Schneidteils. Zur Verstellung des Trägers 202 dienen zwei Verstellerschrauben 206, 208 an entgegengesetzten Enden. Die Verstellerschrauben 206, 208 können wie gezeigt in Verstellaufnahmen 207, 209 im Träger 202 sitzen. Alternativ können sie in Eingriff mit Verstellnasen am Schneideinsatz angeordnet sein. Es kann ferner eine nicht gezeigte Führung für die Drehbewegung vorgesehen sein.

Es wird im folgenden zunächst anhand von Fig. 14 bis 18 ein Grundkörper für einen Messerkopf gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Ein solcher Grundkörper 210 weist eine zentrale Bohrung 212, einen Aufnahmeausnehmung 214 und eine Schraubenaufnahme 216 für eine Befestigungsschraube auf. Eine durchgehende Bohrung, hier eine Ausnehmung 218 dient zur Aufnahme eines Spannwerkzeuges.

Der Grundkörper 210 aus beispielsweise Stahl und Aluminium weist zehn gleichmäßig über seinen Umfang verteilte Aufnahmen 220 für später noch beschriebene Schneideinsätze auf, die im wesentlichen aus einer zur Achse des Grundkörpers 210 koaxialen Aufnahmebohrung 222 und einer sich im stirnseitigen Bereich des Grundkörpers 210 radial nach außen erstreckenden Ausnehmung 224 bestehen. An die Ausnehmungen 224 schließen sich Spannraumausnehmungen 226 an. Die Aufnahmebohrungen 222 erstrecken sich nicht ganz bis zur Unterseite des Grundkörpers 210, sondern es schließen sich an ihr unteres Ende jeweils Verstellelementbohrungen 228 an.

Weiter weist der Grundkörper 210 die Aufnahmebohrungen 222 kreuzende, sich vom Umfang radial einwärts erstreckende Spannkeilbohrungen 230 auf. Diese bestehen aus einer die Aufnahmebohrung 222 kreuzenden Bohrung 232 und einer sich daran anschließenden Bohrung 234 mit kleinerem Durchmesser und Innengewinde für eine Verstellerschraube. Die Lage der Spannkeilbohrung 230 auf dem Umfang im Winkel in bezug auf die Lage der koaxialen Aufnahmebohrung 220 ist etwas versetzt, so daß sich die Spannkeilbohrung 230 mit kleinem Überlapp, jedoch hauptsächlich mit Abstand unterhalb des Spannraums 226 befindet.

Weiter sind axial mit Abstand und unterhalb von den Spannkeilbohrungen 230 zehn Gewindebohrungen 240 zur Aufnahme von Wuchtschrauben vorgesehen. Die Wuchtschrauben sind etwa unterhalb des in Drehrichtung vorderen Bereichs der Spannräume, d. h. in bezug auf die Umfangsausnehmungen 224 der Schneideinsatzaufnahmen 220 um einen Winkel  $\gamma$  von  $10^\circ$  versetzt angeordnet.

Fig. 18 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Schneideinsatzes 250 beispielsweise aus Stahl für einen Messerkopf gemäß der Erfindung. Der Schneideinsatz ist L-förmig mit einem langen Schenkel bzw. Schaft 252 und einem kurzen Schenkel 254. Der Schneideinsatz 250 besteht im gezeigten Ausführungsbeispiel aus einem Träger mit gelöteter Schneide 256. Die zum kurzen Schenkel 254 gehörige Stirnfläche des Schneideinsatzes ist in bezug auf die Normale zur Längsachse in einem Winkel  $\delta$  von  $5^\circ$  geneigt. Der Abschrägungswinkel  $\epsilon$  der Stirnseite des kurzen Schenkels 254 beträgt im veranschaulichten Ausführungsbeispiel  $15^\circ$ . Durch den langen Schenkel bzw. Schaft 252 erstreckt sich von dessen Stirnseite eine Gewindebohrung 258, die zur Aufnahme einer Differentialschraube für die axiale Verstellung des Schneideinsatzes 250 dient. Am Außenumfang des Schneid-

einsatzes 250 weist dieser über einen Großteil der Länge seines Schaftes 252 eine ebene Schräge 260 auf derart, daß diese einen Winkel  $\beta$  von etwa  $10^\circ$  in bezug auf die Umfangstangentiale aufweist, wie am besten aus Fig. 18 (e) ersichtlich ist. Diese Schräge 260 dient für einen Eingriff mit dem einem nun beschriebenen Spannkeil.

Fig. 19 zeigt einen Spannkeil 270, der eine Gewindebohrung 272 aufweist. Auf einer Seite (in Fig. 19 links dargestellt) weist der Spannkeil 270 eine Schräge 274 auf, die in einem Winkel  $\alpha$  von etwa  $8^\circ$  in bezug auf die Achse des Spannkeils 270 verläuft. Die Schräge 274 des Spannkeils 270 ist für einen Eingriff mit der Schräge 260 eines zugehörigen Schneideinsatzes 250 vorgesehen.

Die relative Lage der Schrägen 260 und 274 von Schneideinsatz 250 und Spannkeil 270 ist in Fig. 23 an der fortgebrochenen Teilschnittansicht ersichtlich. Wie diese Ansicht veranschaulicht, ergibt sich aufgrund der unterschiedlichen Abschrägungen der Schrägen 260 und 274 eine selbsthaltende Verkeilwirkung. Dabei wird zunächst der Spannkeil 270 eingesetzt und anschließend der Schneideinsatz 250. Beim Einsetzen wird der Schneideinsatz in Richtung der Aufnahmewand gedreht, wobei er aufgrund dieser Winkeldifferenz von  $2^\circ$  immer mehr fixiert wird. Während des Schneidbetriebes kann indessen kein Lösen erfolgen, da vielmehr aufgrund der Gewinderichtungen und Einsetzrichtungen eine immer stärkere Verklemmung erfolgt.

Fig. 20 und 21 zeigen den aus den oben beschriebenen Teilen zusammengesetzten Messerkopf nach der Montage.

In Fig. 22 ist eine alternative Anordnung eines Spannkeils 270', nämlich in axialer Anordnung statt in radialer Anordnung wie beschrieben, veranschaulicht. Auch in diesem Fall ist ein Formschluß vorgesehen, so daß sich der Spannkeil bei Betrieb nicht mehr lösen kann.

In Fig. 22 ist ferner eine Ausführungsalternative veranschaulicht, bei der der Schneideinsatz 250' in einer formschlüssig im Grundkörper 210 gelagerten Exzenterbüchse 280 sitzt. Die Achse 282 der Aufnahmebohrung des Schneideinsatzes 250' ist in der Exzenterbüchse zur Mittenebene versetzt angeordnet. Eine Drehung der Exzenterbüchse 280 bewirkt eine Verstellung des Schneideinsatzes 250' in radialer Richtung. Hierzu kann beispielsweise ein Gewindeeingriff in der Exzenterbüchse vorgesehen sein.

Eine alternative Ausführungsform eines Schneideinsatzes 250" zeigt Fig. 24. Dort ist bei 256' eine verschraubte Wendeplatte dargestellt. In diesem Fall ist es beispielsweise nicht erforderlich, wie bei Schneideinsätzen mit gelöteter Schneide, diese komplett auszutauschen, sondern es kann alternativ lediglich die Wendeplatte ausgetauscht werden. Eine Ausnehmung 260' ersetzt die ebene Schräge 260.

Fig. 25 zeigt eine Seitenansicht eines Schneideinsatzes 250" wie in Fig. 24 gezeigt, bei der eine in einem Winkel auftreffende Schraube 262 in die Ausnehmung 260' eingreift. Weiter ist ein axial angeordneter Spannkeil 270' zu sehen.

Fig. 26 und 27 zeigen drehbare Schneideinsätze. Soweit die Teile gleich vorherbeschriebenen sind, sind sie mit denselben Bezugszeichen bezeichnet. Die Wendeplatte 256' ist mittels einer Schraube 290 in einem Schneidplattenträger 292 befestigt, der um einen etwa mit der Schraube 290 zusammenfallenden Drehpunkt drehbar ist. Entsprechend ist im kurzen Schenkel 254 des Schneideinsatzes eine Lagerfläche 294 mit Kreisausschnittkontur vorgesehen. Der Schneidplattenträger 292 weist am Drehpunkt einen Bund 255 auf. Dieser dient zur formschlüssigen Fixierung des Schneidplattenträgers. Zur Verstellung des Schneidplattenträgers 292 dienen zwei Verstellschrauben 296, 298 an entgegengesetzten Enden. Die Verstellschrauben 296, 298 können wie gezeigt in Verstellaufnahmen 300, 302 im Schneideinsatz 292

sitzen. Alternativ können sie in Eingriff mit Verstellnasen am, Schneideinsatz angeordnet sein. Es kann ferner eine in Fig. 23 nicht gezeigte Führung für die Drehbewegung vorgesehen sein.

#### Patentansprüche

1. Messerkopf mit einem Grundkörper (10) und mindestens einem Schneideinsatz (150), der im Grundkörper (10) mittels eines Klemmelements klemmbefestigt und in seiner Lage verstellbar ist, wobei sich der Schneideinsatz in einer Ausnehmung des Grundkörpers erstreckt und zur Verstellung des Schneideinsatzes in Eingriff befindliche Verstellmittel (152, 160; 164, 166, 168; 170; 180; 190, 194) vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz (150) für eine Verstellung eine Drehpunkt Lagerung aufweist.
2. Messerkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz (150) auf einem Einstellteil (152) gelagert ist, wobei der Schneideinsatz oder das Einstellteil zur Bildung eines Drehpunktes eine vorstehende Wölbung (164) aufweist, und der Schneideinsatz zwei Einstellschrauben (166, 168) in Eingriff mit dem Einstellteil aufweist.
3. Messerkopf nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz (150) einen drehbaren, die Schneide tragenden Schneidplattenträger umfaßt.
4. Messerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Verstellmittel für den Schneideinsatz ein Formglied (190) vorgesehen ist, das mit einer komplementären Ausnehmung (196) des Schneideinsatzes (150) in Formzwangseingriff derart, daß eine Bewegung des Verstellglieds eine Bewegung des Schneideinsatzes in derselben Richtung herbeiführt.
5. Messerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Verstellmittel für den Schneideinsatz ein mit Formschluß gelagerter Verstellkeil (152, 160; 180) vorgesehen ist.
6. Messerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Verstellmittel für den Schneideinsatz eine Verstellschraube (170) vorgesehen ist.
7. Messerkopf nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellschraube eine Differentialschraube ist, die mit dem Schneideinsatz in Gewindeeingriff steht.
8. Messerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß für die Klemmbefestigung des Schneideinsatzes ein Spannkeil oder -winkelstück oder eine Pratze vorgesehen ist.
9. Messerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß für die Klemmbefestigung des Schneideinsatzes eine Schraube vorgesehen ist.
10. Messerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz eine sich in Längsrichtung des Schneideinsatzes erstreckende Kassette in Blockform mit Gewinde/komplementärer Ausnehmung für einen Eingriff mit dem Verstellmittel ist.
11. Messerkopf nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in der Kassette eine Nut als komplementäre Ausnehmung für das Verstellmittel vorgesehen ist.
12. Messerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz (150) eine auf einen Träger aufgelötete Schneide (156) aufweist.

13. Messerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz eine formschlüssig gelagerte Schneide aufweist.
14. Messerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz eine mit einem Träger (154, 202) verschraubte Wendeplatte (156, 156") aufweist.
15. Messerkopf nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (202) der Wendeplatte (156") drehbar ist.
16. Messerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneide und/oder Wendeplatte aus Hartmetall, Cermet, Keramik, CBN, polykristallinem, Natur- und synthetischem Diamant als Dünn- und Dickfilm besteht.
17. Messerkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kühlmittelzufuhr im Grundkörper und/oder zum Schneideinsatz vorgesehen ist.
18. Messerkopf mit einem Grundkörper (210) und Schneideinsätzen (250), die im Grundkörper (210) jeweils in Ausnehmungen (220) verstellbar sind, wobei ein in einer Ausnehmung (230) angeordnetes Klemmelement (270) zur Klemmbefestigung vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz (250) formschlüssig in einer Aufnahme (222, 224) sitzt und mittels des Klemmelements (270) in seiner Lage fixiert ist.
19. Messerkopf nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz (250) in einer formschlüssig gelagerten Exzenterbüchse (280) sitzt.
20. Messerkopf nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz mittels Keil oder Schraube verstellbar ist.
21. Messerkopf nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß eine Aufnahme (230) für das Klemmelement (270) vorgesehen ist, in der das Klemmelement verschiebbar angeordnet ist.
22. Messerkopf nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahme (230) für das Klemmelement (270) die Aufnahme (220) des Schneideinsatzes (250) kreuzend angeordnet ist.
23. Messerkopf nach einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz (250) auf der mit dem Klemmelement (270) in Eingriff tretenden Seite mit einer Schräge (260) versehen ist.
24. Messerkopf nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Schräge (260) mit einem Winkel  $\beta$  von etwa  $10^\circ$  ausgeführt ist.
25. Messerkopf nach einem der Ansprüche 18 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Klemmelement (270) auf der mit dem Schneideinsatz in Eingriff tretenden Seite mit einer Schräge (274) versehen ist.
26. Messerkopf nach den Ansprüchen 23 und 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel  $\alpha$  der Schräge (274) des Klemmelements (270) kleiner als der Winkel der Schräge des Schneideinsatzes ist.
27. Messerkopf nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz der Schrägenwinkel ( $\beta$ ,  $\alpha$ ) etwa  $2^\circ$  ist.
28. Messerkopf nach einem der Ansprüche 18 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß eine Differentialschraube zur Verstellung des Schneideinsatzes (250) vorgesehen ist.
29. Messerkopf nach einem der Ansprüche 18 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz (250) eine auf einen Träger gelötete Schneide (256) aufweist.
30. Messerkopf nach einem der Ansprüche 18 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz (250) eine mit einem Träger verschraubte Wendeplatte (256) aufweist.
31. Messerkopf nach einem der Ansprüche 18 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneide und/oder Wendeplatte aus Hartmetall, Cermet, Keramik, CBN, polykristallinem, Natur- und synthetischem Diamant als Dünn- und Dickfilm besteht.
32. Messerkopf nach einem der Ansprüche 18 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz (250) L-förmig ist, wobei sich die Schneide (256) im vorderen Bereich des kurzen Schenkels (254) befindet.
33. Messerkopf nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Schräge (260) am langen Schenkel (252) befindet.
34. Messerkopf nach einem der Ansprüche 18 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß der Schneideinsatz (254) einen drehbaren, die Schneide tragenden Schneidplatten-träger (292) umfaßt.
35. Messerkopf nach einem der Ansprüche 18 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß im Grundkörper (210) eine Kühlung vorgesehen ist.

---

Hierzu 21 Seite(n) Zeichnungen

---

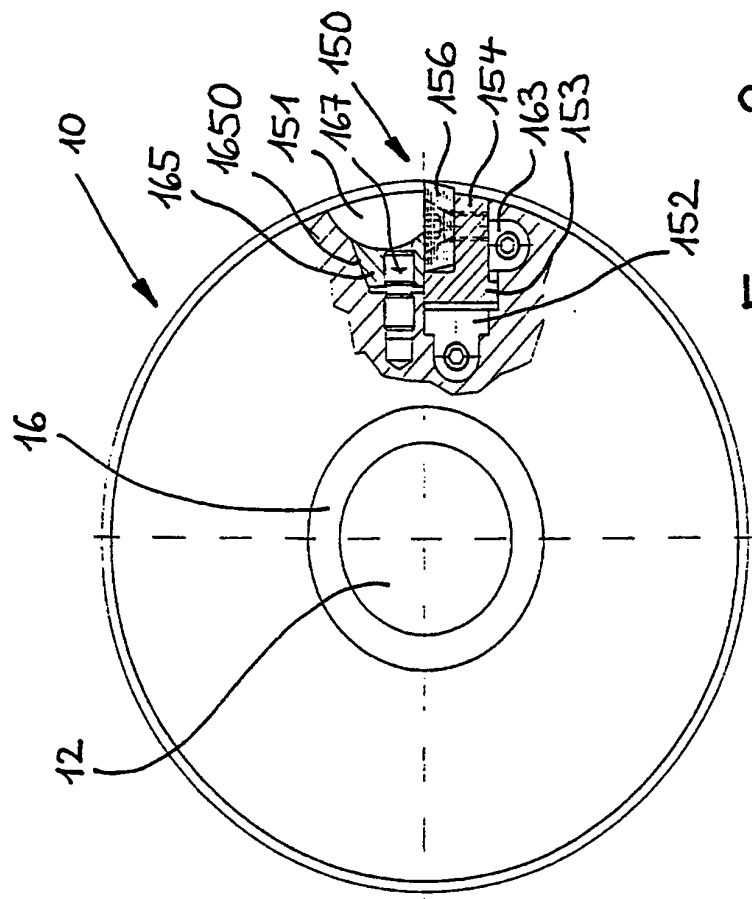


Fig. 1

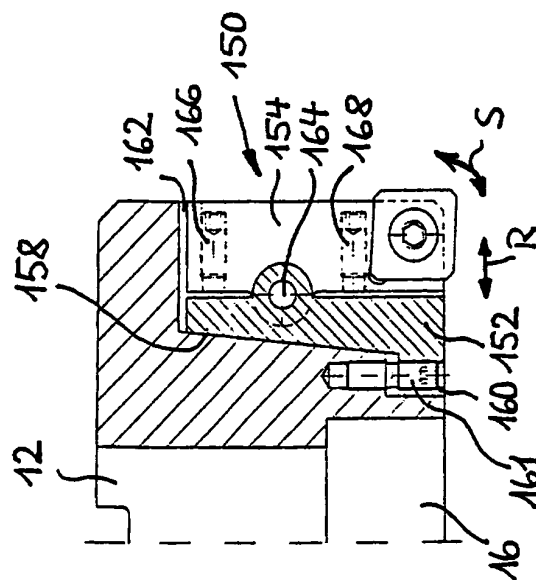


Fig. 2



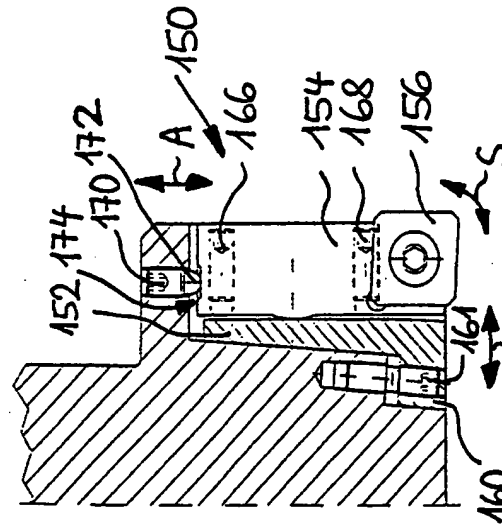


Fig. 3a

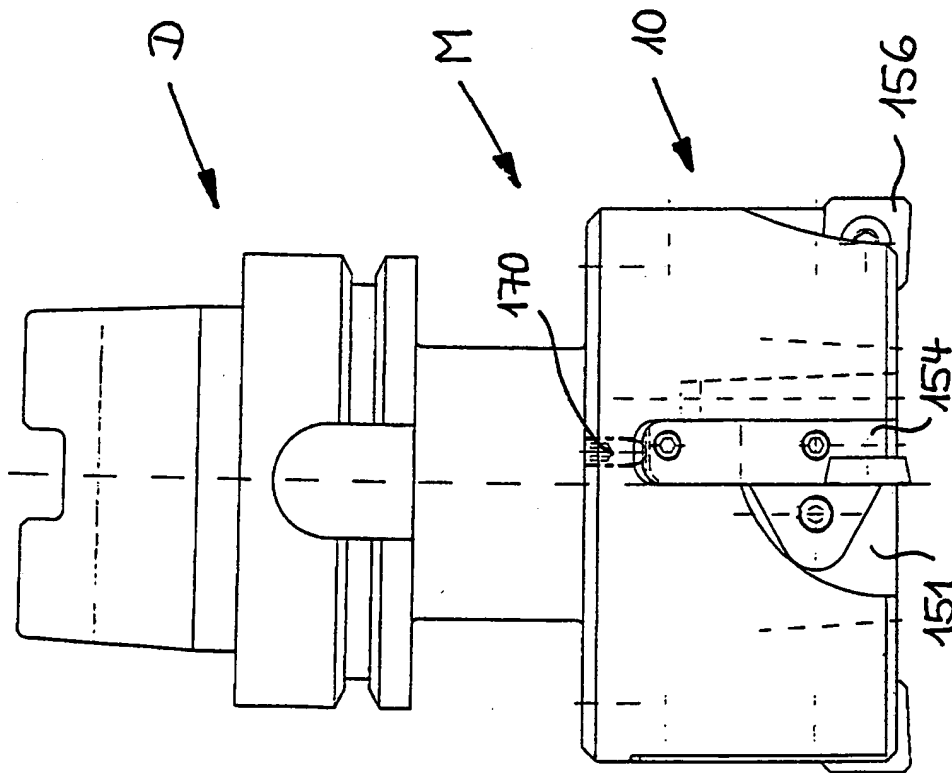


Fig. 5

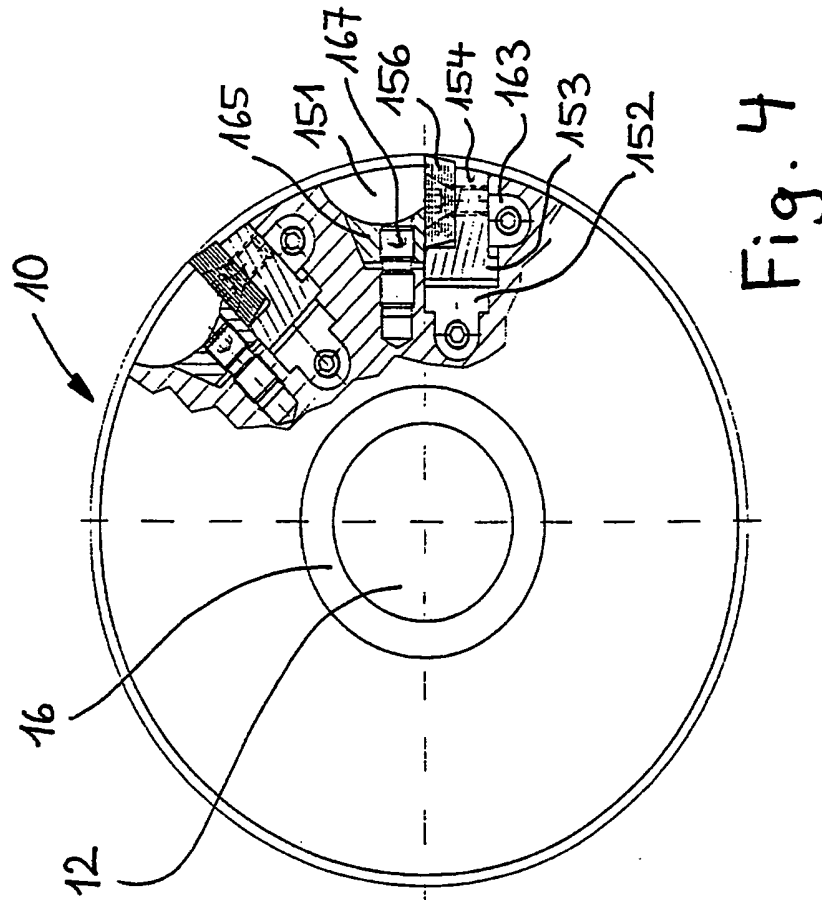


Fig. 4

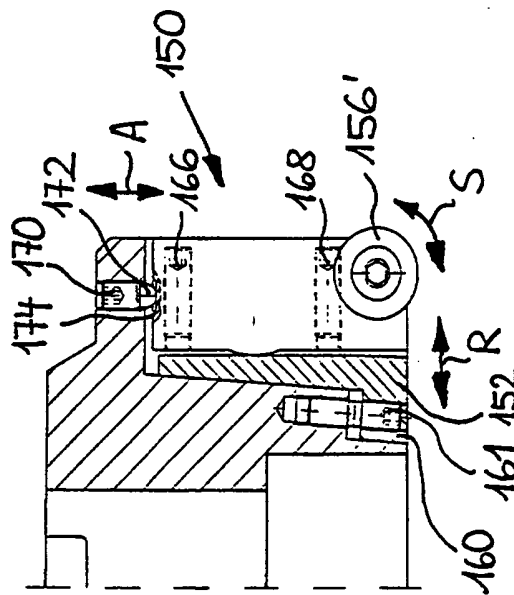


Fig. 3b



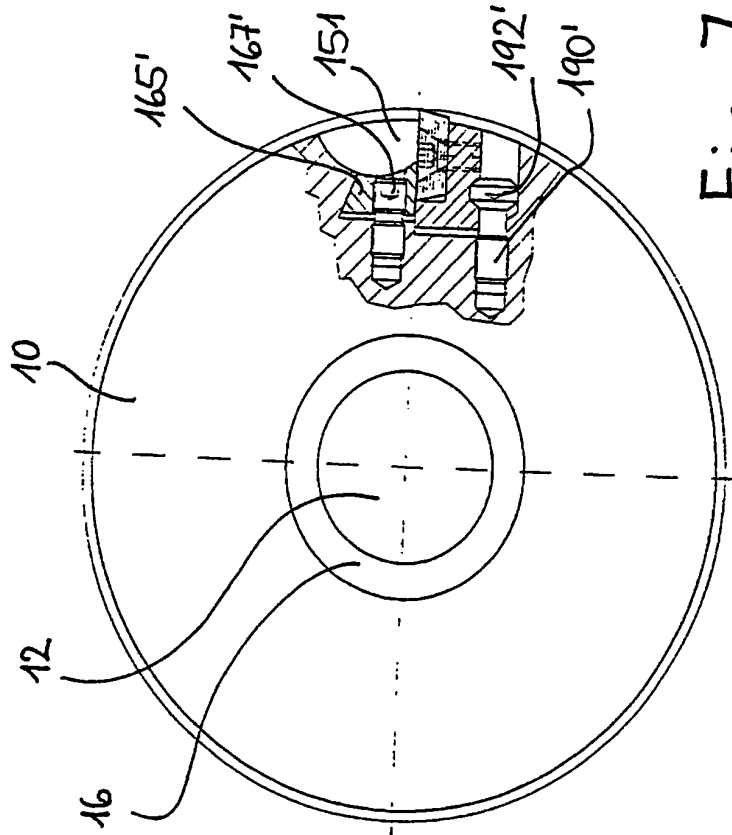


Fig. 7b

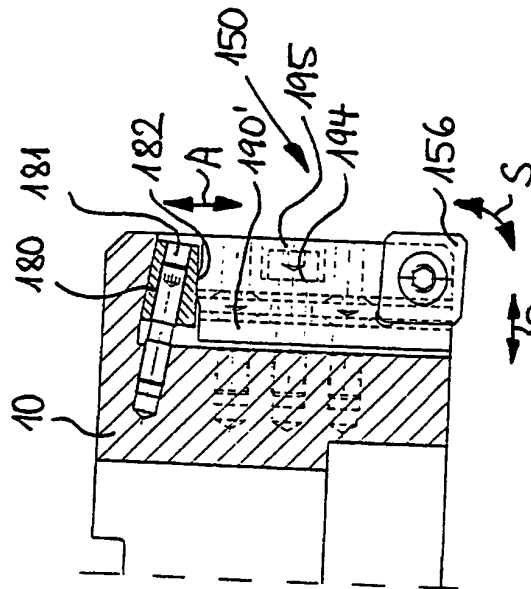


Fig. 6b

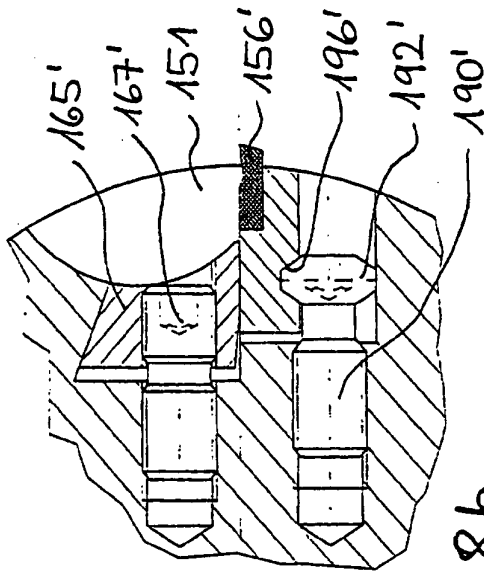


Fig. 8a

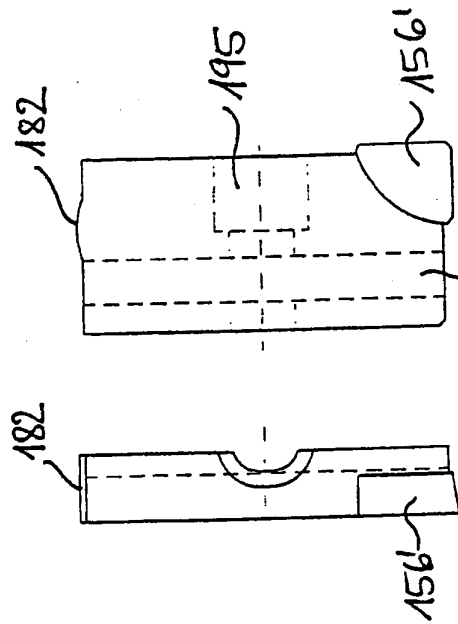


Fig. 9a

Fig. 8b

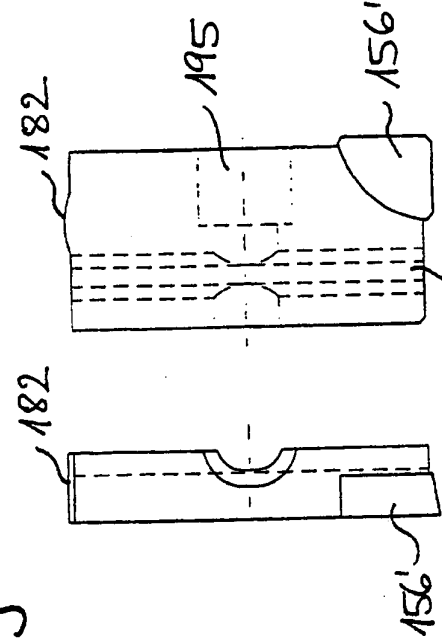


Fig. 9b

Fig. 10a

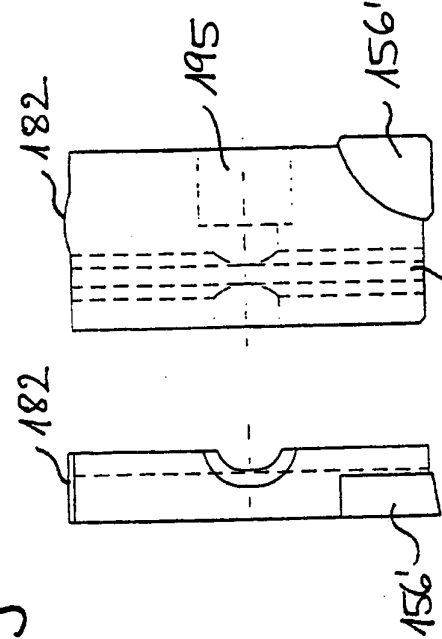


Fig. 10a

Fig. 10b

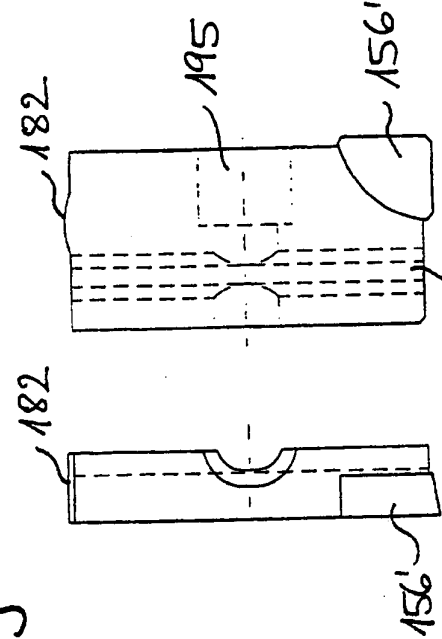
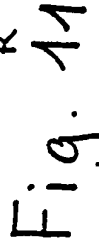
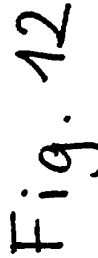


Fig. 10b



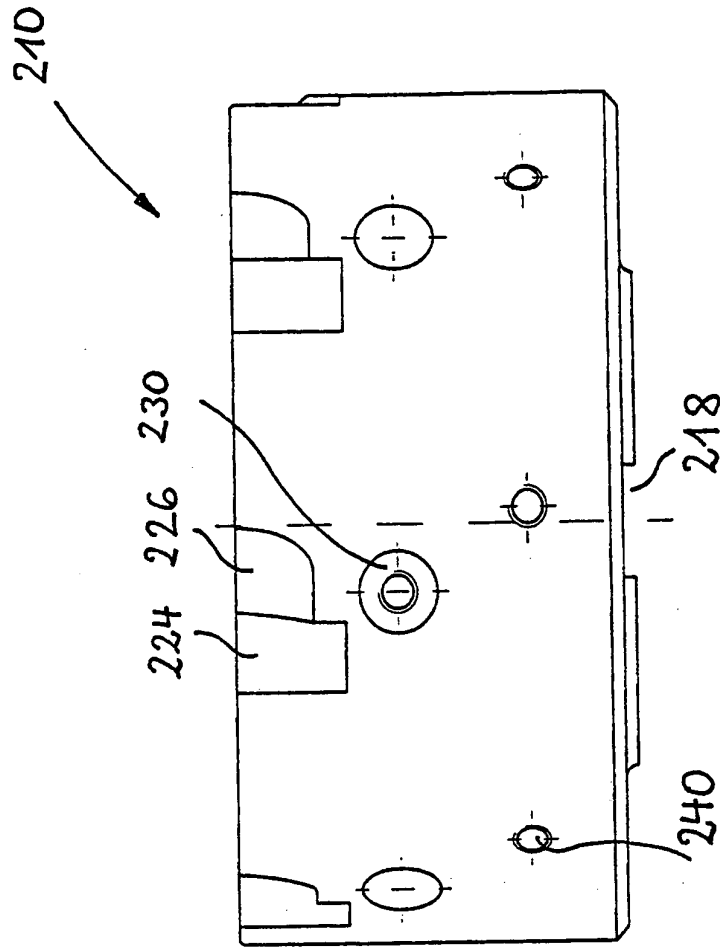


Fig. 14

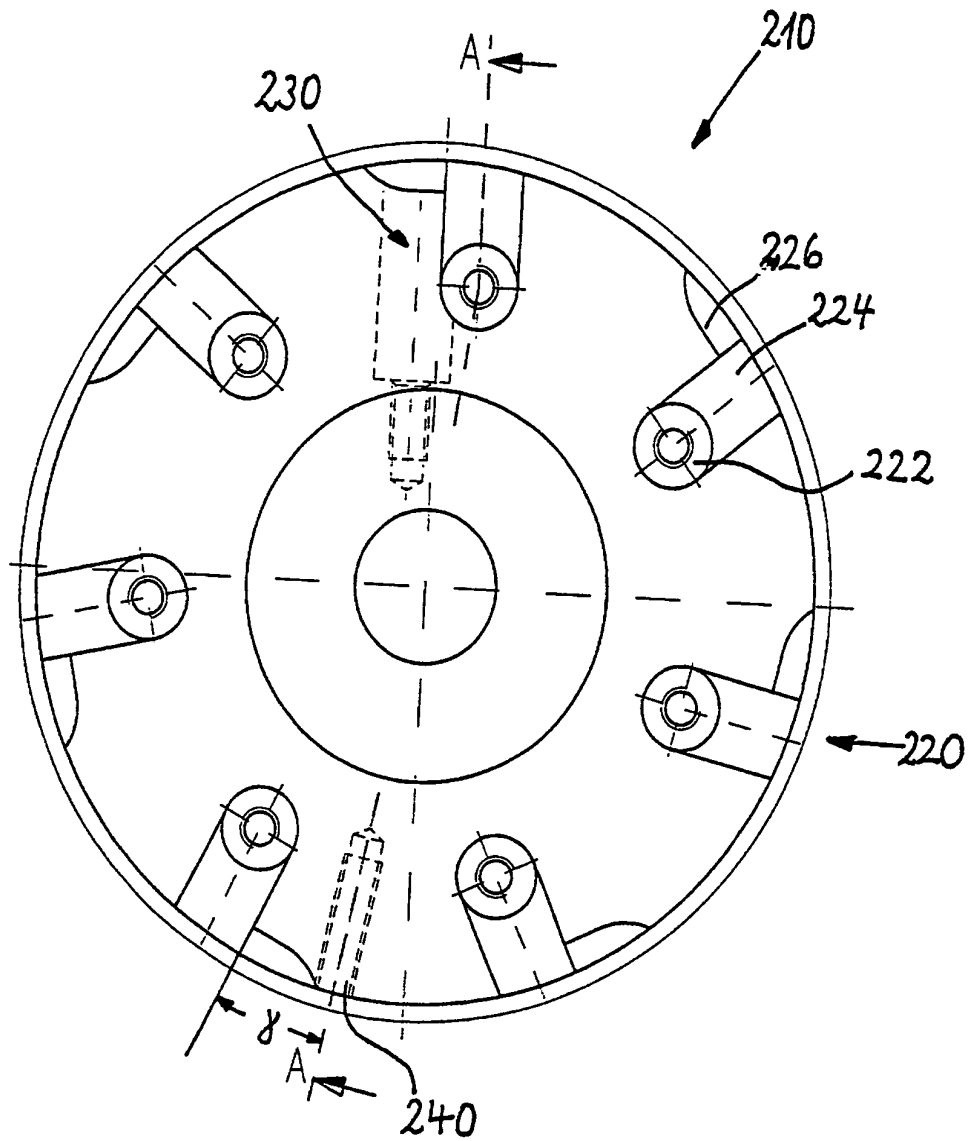


Fig. 15



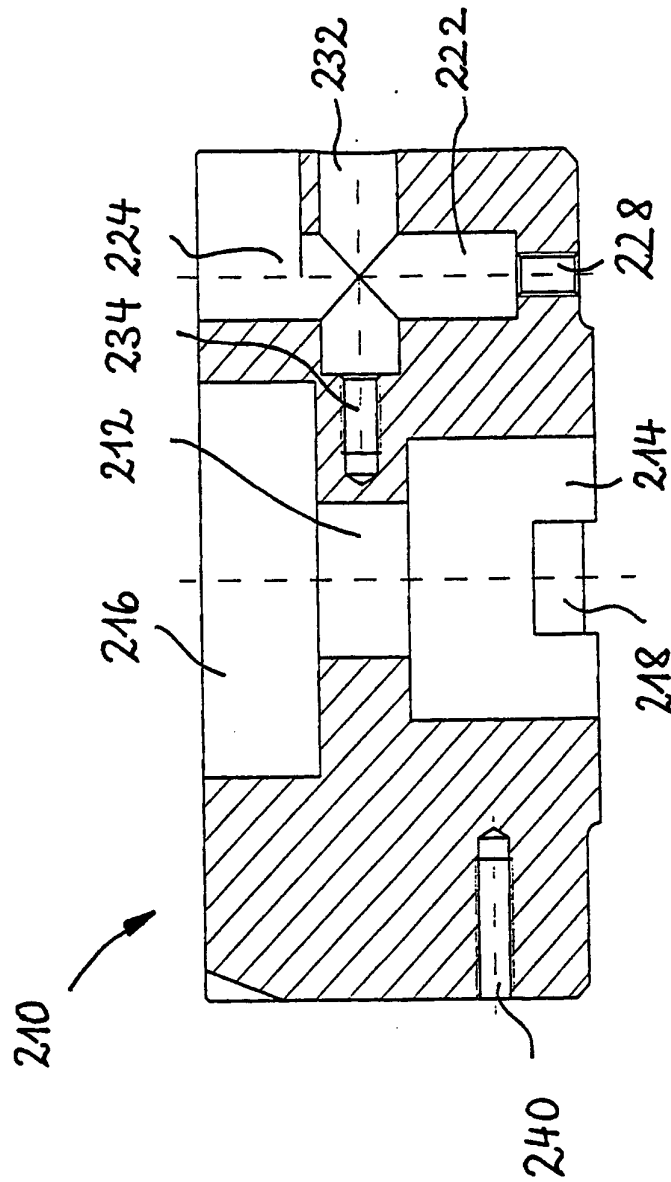


Fig. 16

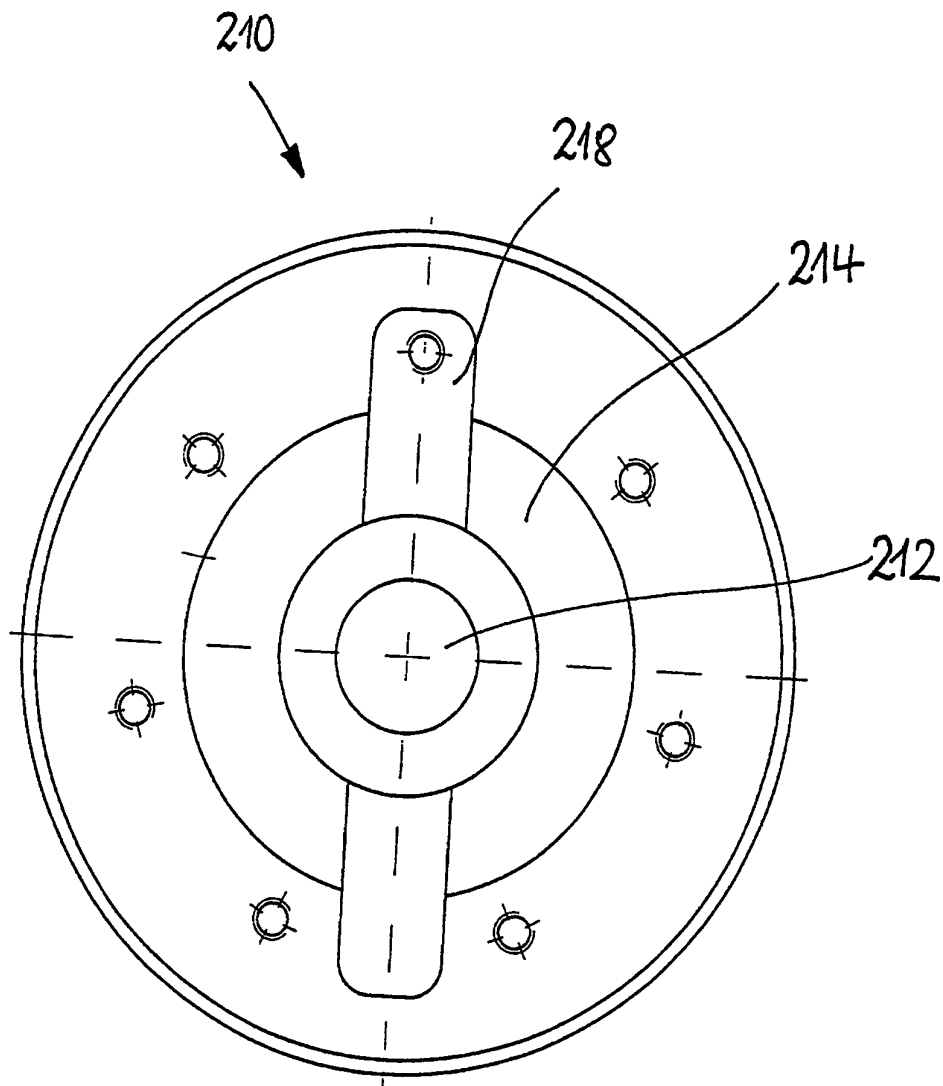
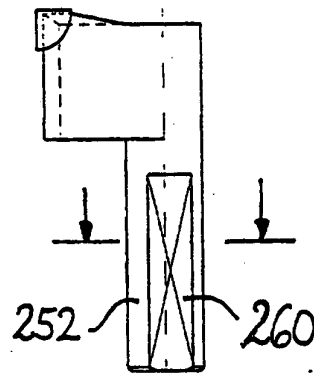
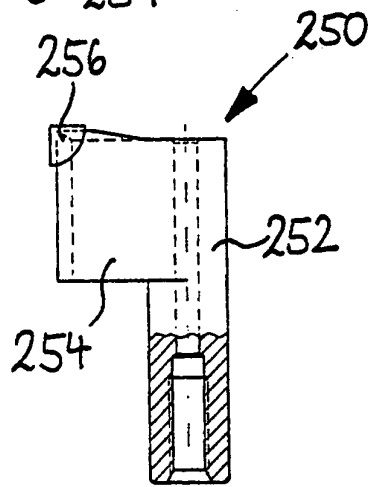
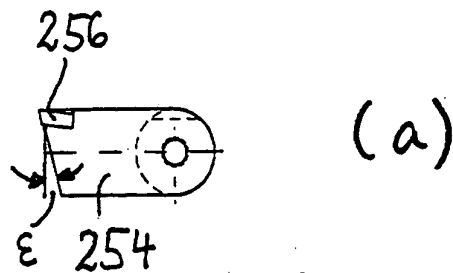


Fig. 17



(b)

(c)

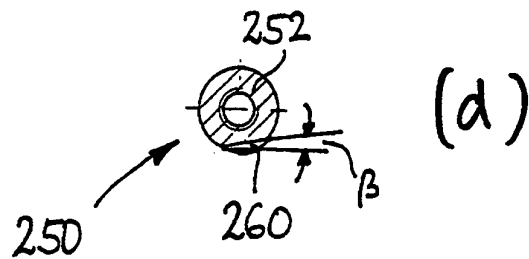


Fig. 18

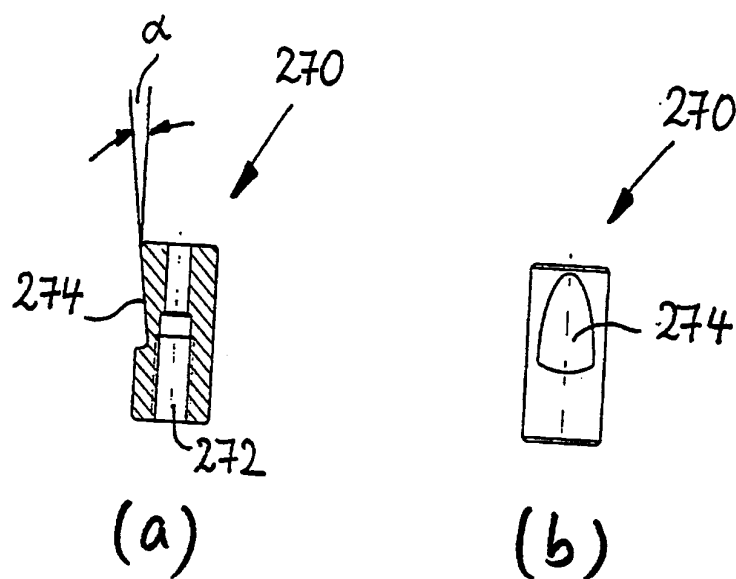


Fig. 19

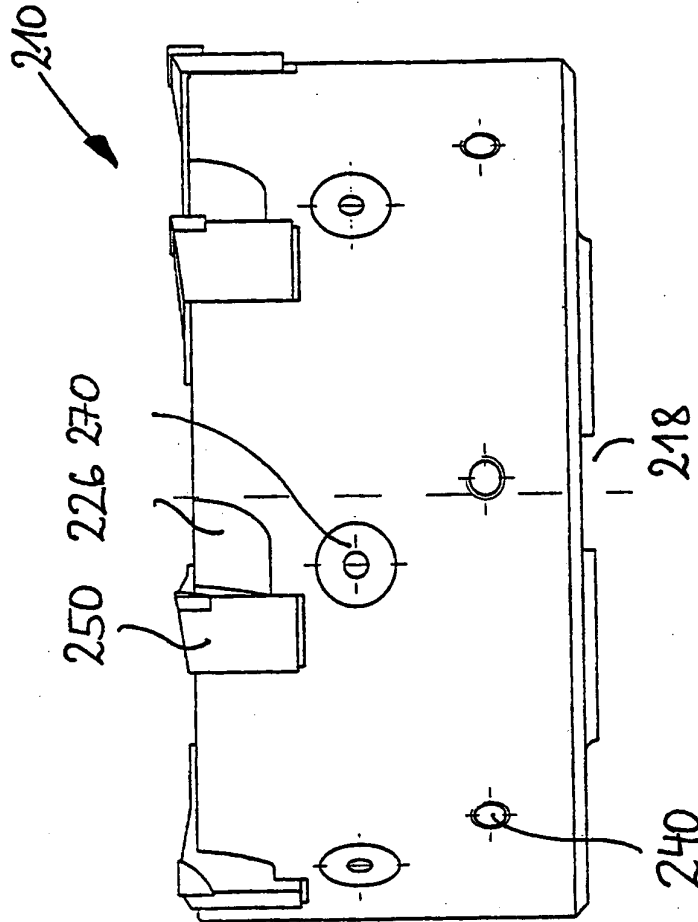


Fig. 20

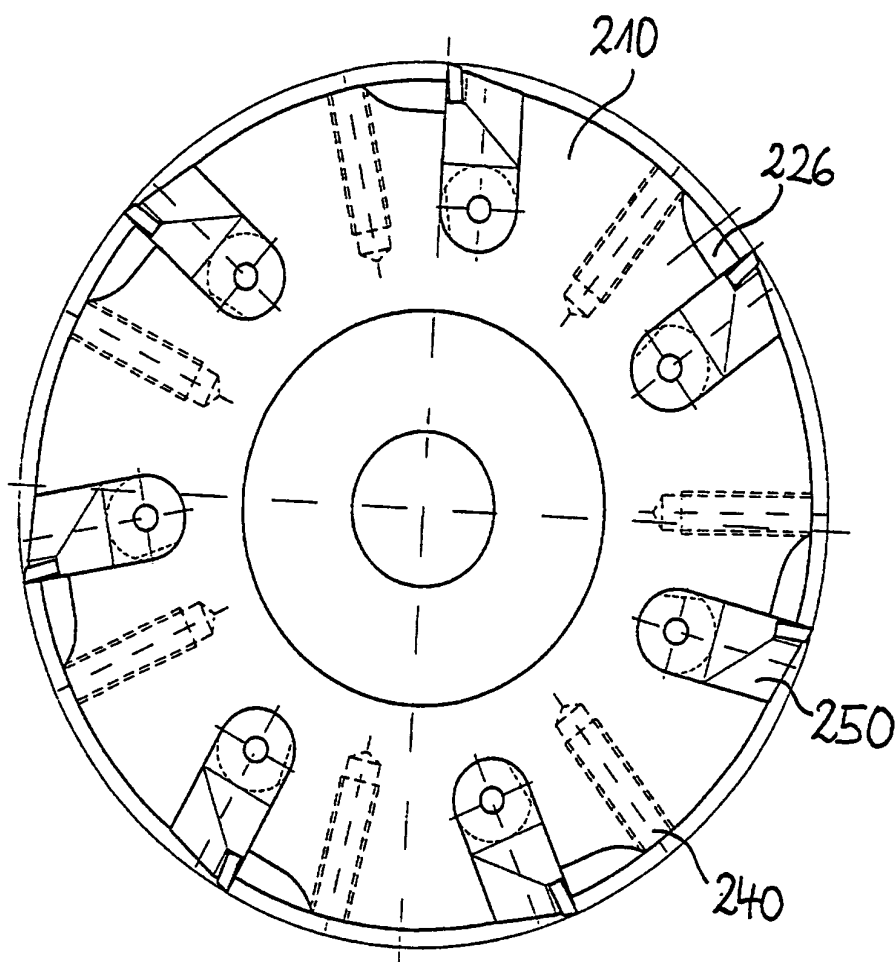


Fig. 21

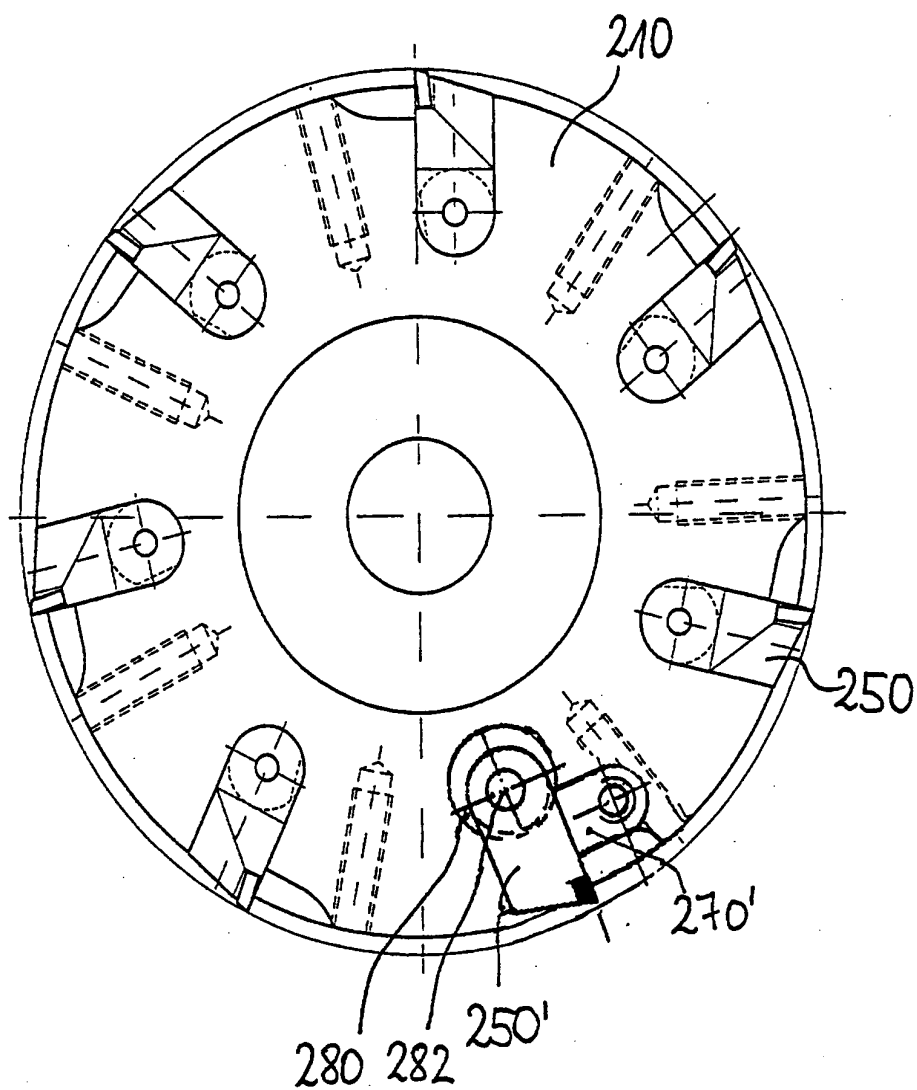


Fig. 22

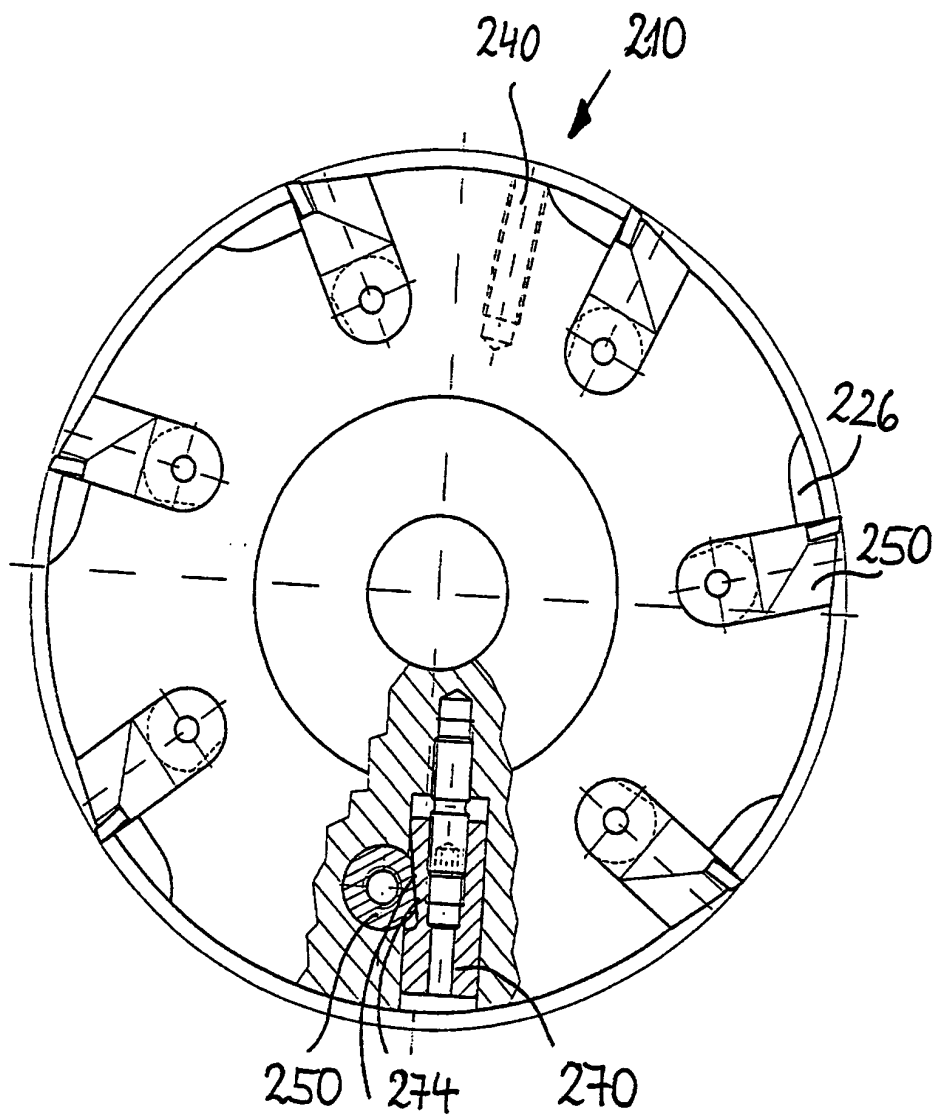


Fig. 23



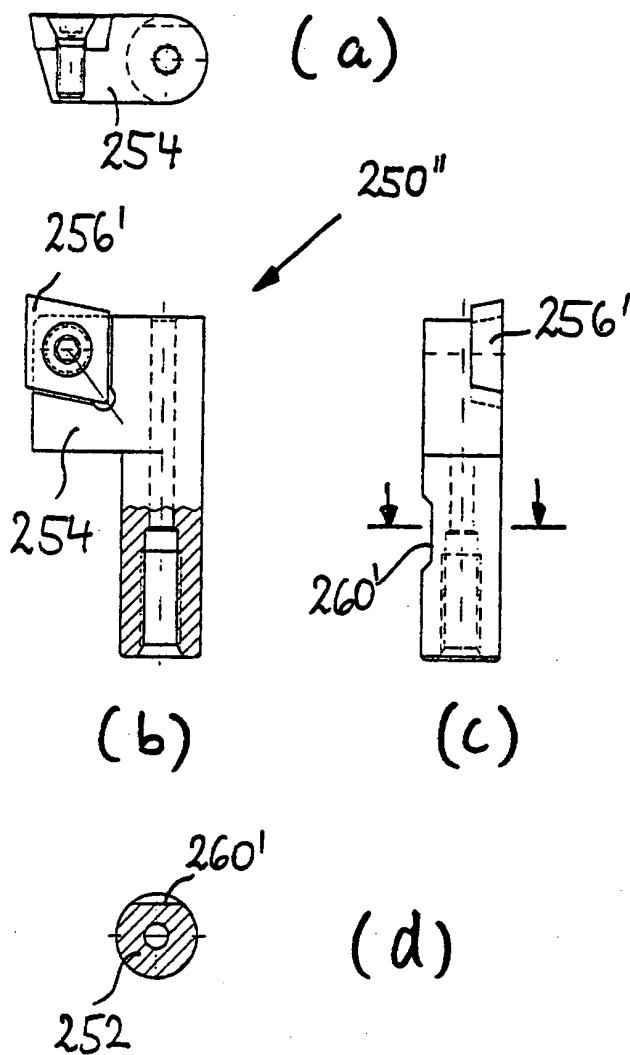


Fig. 24

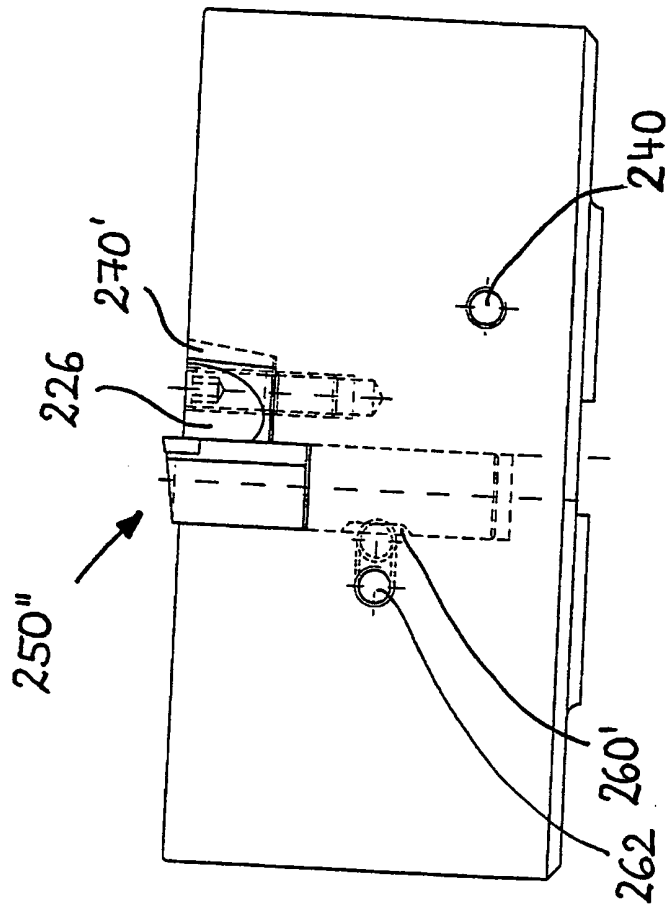


Fig. 25

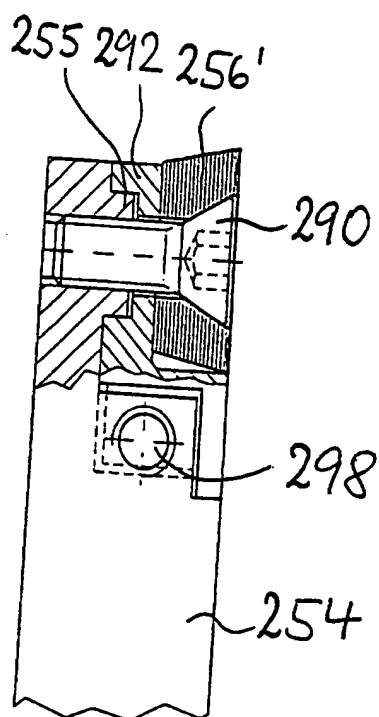


Fig. 26

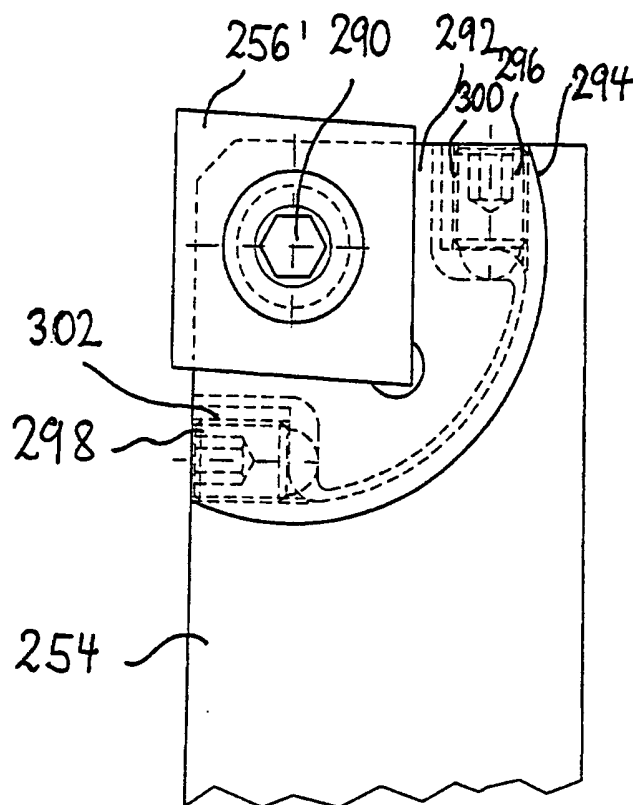


Fig. 27